



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 100 52 170 C 2

51 Int. Cl. 7:  
H 01 L 29/06  
H 01 L 29/78

21 Aktenzeichen: 100 52 170.3-33  
22 Anmeldetag: 20. 10. 2000  
43 Offenlegungstag: 8. 5. 2002  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 31. 10. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Infineon Technologies AG, 81669 München, DE  
74 Vertreter:  
Westphal, Mussnug & Partner, 80336 München

72 Erfinder:  
Tihanyi, Jenő, 85551 Kirchheim, DE; Sommer,  
Peter, 80804 München, DE

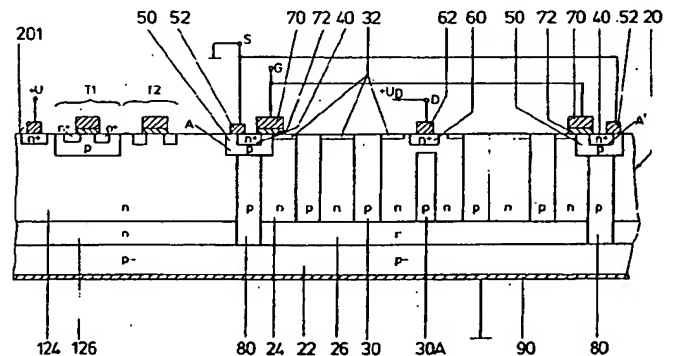
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 198 28 191 C1  
DE 37 32 210 A1  
DE 36 09 629 A1  
DE 30 02 797 A1  
EP 10 26 754 A1

54 Mittels Feldeffekt steuerbares Halbleiterbauelement

57 Halbleiterbauelement, das folgende Merkmale aufweist:

- einen Halbleiterkörper (20) mit einem Substrat (22) eines ersten Leitungstyps (p) und einer darüberliegenden ersten Schicht (24) eines zweiten Leitungstyps (n);
- eine in der ersten Schicht (24) ausgebildete Kanalzone (50) des ersten Leitungstyps (p) mit einer benachbart dazu angeordneten ersten Anschlusszone (40; 40A, 40B, 40C, 40D) des zweiten Leitungstyps (n);
- eine in der ersten Schicht (24) des zweiten Leitungstyps ausgebildete zweite Anschlusszone (60) des zweiten Leitungstyps (n);
- in der Schicht (24) des zweiten Leitungstyps (n) ausgebildete Kompensationszonen (30, 31) des ersten Leitungstyps (p);
- eine zwischen dem Substrat (22) und den Kompensationszonen (30, 31) angeordnete zweite Schicht (26) des zweiten Leitungstyps (n).



DE 100 52 170 C 2

DE 100 52 170 C 2

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein mittels Feldeffekt steuerbares Halbleiterbauelement, insbesondere einen mittels Feldeffekt steuerbaren Transistor.

[0002] Aus der DE 198 28 191 C1 ist ein lateraler Hochspannungstransistor bekannt, der auf einem n-leitenden Substrat eine epitaktische Schicht aufweist, in der Source- und Drain-Zonen sowie eine die Source-Zone umgebende Kanalzone ausgebildet sind. In der epitaktischen Schicht sind Trenche vorgesehen, deren Seitenwände stark mit einem zu der übrigen epitaktischen Schicht komplementären Dotierstoff dotiert sind. Mittels einer Gate-Elektrode, die isoliert gegenüber der Kanalzone ausgebildet ist, kann ein leitender Kanal in der Kanalzone gesteuert werden.

[0003] Bei Anlegen einer Source-Drain-Spannung breitet sich bei diesem Transistor – wenn keine Gate-Source-Spannung angelegt ist – ausgehend von der Source-Zone eine Raumladungszone aus, die mit steigender Spannung nach und nach die komplementär dotierten Seitenwände der Trenche in Richtung der Drain-Zone erreicht. Dort, wo sich die Raumladungszone ausbreitet, rekombinieren freie Ladungsträger der dotierten Seitenwände der Trenche mit freien Ladungsträgern der umgebenden epitaktischen Schicht. In diesen Bereichen, in denen sich die freien Ladungsträger durch Rekombination gegenseitig kompensieren, resultiert mangels freier Ladungsträger eine hohe Durchbruchspannung. Die Sperrspannung des Transistors lässt sich durch die Dotierung der Trenche einstellen, wobei die epitaktische Schicht vergleichsweise hoch dotiert ist, woraus bei angesteuertem Gate ein niedriger Einschaltwiderstand des Transistors resultiert.

[0004] Derartige Transistoren mit kleinem Einschaltwiderstand aber hoher Sperrspannung sind derzeit nur als diskrete Bauelemente erhältlich, das heißt in einem Halbleiterkörper ist lediglich der Transistor realisiert. Für viele Anwendungen, beispielsweise zum Schalten von Lasten ist es allerdings wünschenswert, einen Transistor als Schaltelement und dessen zugehörige Ansteuerschaltung, beispielsweise in CMOS-Technologie, in einem einzigen Halbleiterkörper zu integrieren.

[0005] Dieses Ziel wird durch ein Halbleiterbauelement gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0006] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0007] Das erfindungsgemäße Halbleiterbauelement weist einen Halbleiterkörper mit einem Substrat eines ersten Leitungstyps und einer darüberliegenden ersten Schicht eines zweiten Leitungstyps auf. In der Schicht des zweiten Leitungstyps ist eine Kanalzone des ersten Leitungstyps mit einer benachbart dazu angeordneten ersten Anschlusszone des zweiten Leitungstyps ausgebildet. In der zweiten Schicht ist des weiteren eine zweite Anschlusszone des zweiten Leitungstyps ausgebildet. Die erste Anschlusszone bildet bei einem Transistor die Source-Zone und die zweite Anschlusszone bildet die Drain-Zone. Die Source-Zone ist in der zweiten Schicht von einer Kanalzone umgeben, in der sich ein leitender Kanal durch Anlegen eines Ansteuerpotentials an eine isoliert gegenüber der Kanalzone angeordnete Steuerelektrode bzw. Gate-Elektrode ausbilden kann.

[0008] Um die erste Schicht zur Erreichung eines niedrigen Einschaltwiderstandes hoch dotieren zu können und andererseits eine hohe Sperrspannung zu erreichen, sind in der ersten Schicht Kompensationszonen des ersten Leitungstyps vorgesehen, wobei zwischen diesen Kompensationszonen und dem Substrat des ersten Leitungstyps eine zweite Schicht des zweiten Leitungstyps ausgebildet ist, die vorzugsweise niedriger als die erste Schicht dotiert ist.

[0009] Bei integrierten Schaltungen liegt das Substrat üblicherweise auf einem Bezugspotential. Die zweite Schicht verhindert dann, dass bei Anlegen eines hohen Potentials an eine der Anschlusszonen Ladungsträger in das Substrat gelangen, wo sie zu anderen Schaltungskomponenten in dem Halbleiterkörper, beispielsweise zu einer Ansteuerschaltung, gelangen könnten, deren Funktion sie stören würden. Die zweite Schicht wird bei einer großen Potentialdifferenz zwischen einer der Anschlusszonen und dem Substrat aufgrund der sich dann ausbildenden Raumladungszone ausgeräumt, das heißt die freien Ladungsträger in der zweiten Schicht rekombinieren mit freien Ladungsträgern des Substrats und/oder der Kompensationszonen. Die zweite Schicht bildet dann eine Potentialbarriere für freie Ladungsträger des ersten Leitungstyps zwischen der ersten Schicht und dem Substrat.

[0010] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist eine Begrenzungszone vorgesehen, die sich in vertikaler Richtung des Halbleiterkörpers erstreckt. Diese Begrenzungszone reicht vorzugsweise im unteren Bereich des Halbleiterkörpers bis an das Substrat und erstreckt sich im oberen Bereich des Halbleiterkörpers bis an die Kanalzone oder ist in lateraler Richtung des Halbleiterkörpers versetzt zu der Kanalzone angeordnet und reicht bis an eine erste Oberfläche des Halbleiterkörpers. Die Begrenzungszone des ersten Leitungstyps, die damit komplementär zu der ersten Schicht dotiert ist, begrenzt das erfindungsgemäße Halbleiterbauelement in lateraler Richtung des Halbleiterkörpers. Ein Ladungsträgeraustausch in lateraler Richtung wird durch die Begrenzungszone verhindert, wodurch jenseits dieser Begrenzungszone weitere Halbleiterschaltungen, beispielsweise Ansteuerschaltungen in CMOS-Technologie realisiert werden können, wobei sich die Ansteuerschaltung und das erfindungsgemäße Halbleiterbauelement gegenseitig nicht stören.

[0011] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß sich die Kompensationszonen in der ersten Schicht säulenförmig in vertikaler Richtung des Halbleiterkörpers erstrecken, wobei sich gemäß einer weiteren Ausführungsform wenigstens einige der Kompensationszonen an die Kanalzone anschließen. Üblicherweise sind bei Transistoren die Source-Zone als erste Anschlusszone und die Kanalzone kurzgeschlossen, so daß sich die an die Kanalzone anschließenden Kompensationszonen auf demselben Potential wie die erste Anschlusszone befinden.

[0012] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind die Kompensationszonen kugelförmig ausgebildet und verteilt in der ersten Schicht des zweiten Leitungstyps angeordnet.

[0013] Eine weitere Ausführungsform sieht vor, die erste Schicht des zweiten Leitungstyps schwach zu dotieren und benachbart zu den Kompensationszonen, die insbesondere säulenförmig ausgebildet sind, stärker dotierte zweite Kompensationszonen des zweiten Leitungstyps auszubilden. Bei Anlegen einer hohen Spannung zwischen der ersten und zweiten Anschlusszone räumen sich die Kompensationszonen des ersten Leitungstyps und die jeweils benachbarten zweiten Kompensationszonen des zweiten Leitungstyps gegenseitig aus, das heißt die freien Ladungsträger der Kompensationszone des ersten Leitungstyps rekombinieren mit den freien Ladungsträgern der zweiten Kompensationszone des zweiten Leitungstyps.

[0014] Bei einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Halbleiterbauelements ist vorgesehen, daß die zweite Anschlusszone wannenartig im Bereich der ersten Oberfläche des Halbleiterkörpers bzw. der ersten Schicht ausgebildet ist. Die Ladungsträger bewegen sich bei diesem Ausführungsbeispiel zwischen der ersten und zweiten Anschluss-

zone im wesentlichen in lateraler Richtung des Halbleiterkörpers fort. Bei einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, daß sich die zweite Anschlusszone in vertikaler Richtung des Halbleiterkörpers bis an die zweite Schicht erstreckt und im Bereich der zweiten Schicht in lateraler Richtung des Halbleiterkörpers unterhalb der ersten Anschlusszone verläuft. Bei dieser Ausführungsform, bei welcher der laterale Abschnitt der hochdotierten zweiten Anschlusszone vergraben in dem Halbleiterkörper verläuft und mittels des vertikalen Abschnitts an der ersten Oberfläche des Halbleiterkörpers kontaktierbar ist, erfolgt die Ladungsträgerbewegung im wesentlichen in vertikaler Richtung des Halbleiterkörpers.

[0015] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, daß vertikale Abschnitte der zweiten Anschlusszone und der lateral verlaufende Abschnitt der zweiten Anschlusszone die ersten Anschlusszonen und wenigstens einige der Kompensationszonen wannenartig umschließen.

[0016] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand von Figuren näher erläutert. In den Figuren zeigt:

[0017] Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Halbleiterbauelements in seitlicher Schnittdarstellung;

[0018] Fig. 2 ein erfindungsgemäßes Halbleiterbauelement gemäß einer Ausführungsform mit langgestreckten ersten Anschlusszonen in Schnittdarstellung in Draufsicht;

[0019] Fig. 3 ein erfindungsgemäßes Halbleiterbauelement mit einer ringförmig geschlossenen ersten Anschlusszone in seitlicher Schnittdarstellung in Draufsicht;

[0020] Fig. 4 ein erfindungsgemäßes Halbleiterbauelement gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung in seitlicher Schnittdarstellung;

[0021] Fig. 5 ein Halbleiterbauelement mit mehreren ersten Anschlusszonen und säulenförmig verlaufenden Kompensationszonen in seitlicher Schnittdarstellung;

[0022] Fig. 6 ein Halbleiterbauelement mit mehreren ersten Anschlusszonen und kugelförmig ausgebildeten Kompensationszonen in seitlicher Schnittdarstellung;

[0023] Fig. 7 ein Halbleiterbauelement mit mehreren ersten Anschlusszonen und benachbart angeordneten ersten und zweiten Kompensationszonen in seitlicher Schnittdarstellung; und

[0024] Fig. 8 ein erfindungsgemäßes Halbleiterbauelement mit mehreren ersten Anschlusszonen und einer die ersten Anschlusszonen wannenartig umgebenden zweiten Anschlusszone in seitlicher Schnittdarstellung.

[0025] In den Figuren bezeichnen, sofern nicht anders angegeben, gleiche Bezugszeichen gleiche Abschnitte und Zonen mit gleicher Bedeutung.

[0026] Fig. 1 zeigt ein als MOS-Transistor ausgebildetes erfindungsgemäßes Halbleiterbauelement in seitlicher Schnittdarstellung, wobei Fig. 2 einen Schnitt durch das Halbleiterbauelement gemäß Fig. 1 entlang der Schnittebene A-A' gemäß einer ersten Ausführungsform zeigt und wobei Fig. 3 das Halbleiterbauelement gemäß Fig. 1 in Draufsicht auf die Schnittebene A-A' gemäß einer zweiten Ausführungsform zeigt.

[0027] Der erfindungsgemäße MOS-Transistor weist einen Halbleiterkörper 20 mit einem schwach p-dotierten Substrat 22 und einer darüberliegenden n-dotierten ersten Schicht 24 auf. In der ersten Schicht 24 ist ausgehend von einer ersten Oberfläche 201 wannenartig eine p-dotierte Kanalzone 50 eingebracht, in welcher wannenartig eine stark n-dotierte erste Anschlusszone der eine stark n-dotierte erste Anschlusszone 40 ausgebildet ist. Die erste Anschlusszone 40 bildet dabei die Source-Zone des MOS-Transistors. In der n-dotierten ersten Schicht 24 ist in lateraler Richtung

des Halbleiterkörpers 20 beabstandet zu der Kanalzone 50 eine stark n-dotierte zweite Anschlusszone 60 eingebracht, welche in dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 ebenfalls wannenartig ausgehend von der ersten Oberfläche 201 ausgebildet ist. Die zweite Anschlusszone 60 bildet die Drain-Zone des MOS-Transistors. Die Drain-Zone 60 ist mittels einer Drain-Elektrode 62 auf der ersten Oberfläche 201 kontaktiert, welche einen Drain-Anschluss des MOS-Transistors bildet. In entsprechender Weise ist die Source-Zone 40 mittels einer Source-Elektrode 52 kontaktiert, welche die Source-Zone 40 und die Kanalzone 50 kurzschließt und welche den Source-Anschluss S des MOS-Transistors bildet.

[0028] Zur Ansteuerung des MOS-Transistors ist eine Gate-Elektrode 70 oberhalb der Kanalzone 50 vorgesehen, welche mittels einer Isolationsschicht 72 gegenüber dem Halbleiterkörper 20 isoliert ist und welche einen Gate-Anschluß des MOS-Transistors bildet.

[0029] Fig. 1 zeigt im Querschnitt zwei Source-Zonen 40 bzw. Kanalzonen 50, jeweils in lateraler Richtung des Halbleiterkörpers 20 links und rechts neben der Drain-Zone 60. Diese Source-Zonen 40 sind miteinander verbunden und können, wie in Fig. 2 dargestellt ist, als langgestreckte Streifen in dem Halbleiterkörper 20 ausgebildet sein, zwischen denen eine ebenfalls langgestreckte Drain-Zone 60 ausgebildet ist. Die langgestreckten Source-Zonen und die langgestreckte Drain-Zone können sich bis zu Rändern oder Randbereichen des Halbleiterkörpers erstrecken. Die Kanalzone 50 und die Source-Zone 40 können die Drain-Zone 60, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist, auch ringförmig umschließen. Fig. 1 zeigt einen Querschnitt sowohl durch eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Halbleiterbauelements gemäß Fig. 2 als auch eines erfindungsgemäßen Halbleiterbauelements gemäß Fig. 3.

[0030] In der n-dotierten Schicht 24 sind p-dotierte Kompensationszonen 30 ausgebildet, welche sich in dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 säulenförmig in vertikaler Richtung des Halbleiterkörpers 20 erstrecken. Der Querschnitt dieser Säulen 30 ist in den Ausführungsbeispielen gemäß der Fig. 2 und 3 kreisförmig, dieser Querschnitt kann jedoch nahezu beliebige andere geometrische Formen annehmen und beispielsweise rechteckig oder quadratisch sein.

[0031] Die säulenförmigen Kompensationszonen 30 beginnen bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 auf Höhe der ersten Oberfläche 201 und erstrecken sich in vertikaler Richtung bis zu einer zweiten n-leitenden Schicht 26, welche zwischen den Kompensationszonen 30 und dem Substrat 22 ausgebildet ist. Diese zweite n-leitende Schicht 26 ist dabei vorzugsweise schwächer dotiert als die erste n-leitende Schicht 24.

[0032] Unterhalb der ersten Oberfläche 201 des Halbleiterkörpers 20 ist des weiteren eine p-dotierte Schicht 32 ausgebildet, welche vorzugsweise bis an die Kanalzone 50 heranreicht und welche die Kompensationszonen 30 miteinander verbindet. Die p-dotierte Schicht 32 reicht vorzugsweise nicht bis an die zweite Anschlusszone 60 heran. Ebenso reicht eine unterhalb der Drain-Zone 60 ausgebildete Kompensationszone 30A nicht bis an die Drain-Zone 60 heran.

[0033] Der Bereich der ersten Schicht 24, in welchem die Kompensationszonen 30 ausgebildet sind, bildet die Driftstrecke des MOS-Transistors. Der MOS-Transistor bzw. dessen Driftstrecke ist in lateraler Richtung des Halbleiterkörpers durch eine p-dotierte Begrenzungszone 80 begrenzt, welche sich in dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 in vertikaler Richtung des Halbleiterkörpers ausgehend von der Kanalzone 50 bis an das Substrat 22 erstreckt. Die Begrenzungszone 80 kann dabei, wie die Source-Zone 40 in

**Fig. 2**, unterhalb der Source-Zone langgestreckt bis an die Ränder des Halbleiterkörpers 20 verlaufen oder sie kann, entsprechend der Source-Zone 40 in **Fig. 3**, die Driftstrecke ringförmig umgeben.

[0034] Die Begrenzungszone 80, die vorzugsweise höher als das p-dotierte Substrat 22 dotiert ist, bildet einen pn-Übergang mit der ersten Schicht 24 und verhindert, daß n-Ladungsträger durch die Begrenzungszone 80 in n-dotierte Zonen 124 benachbarter Bauelemente, bzw. benachbarter Halbleiterschaltungen gelangen, die in **Fig. 1** beispielhaft durch zwei CMOS-Transistoren T1, T2 und einem Anschluss für Versorgungspotential +U repräsentiert sind. Ein derartige Ansteuerschaltung könnte beispielsweise eine Ansteuerschaltung für den rechts in **Fig. 1** dargestellten erfindungsgemäßen MOS-Transistor sein, welche mit dem MOS-Transistor in dem selben Halbleiterkörper realisiert ist.

[0035] Beispielhaft sind im folgenden typische Dotierungskonzentrationen der einzelnen Zonen des Halbleiterbauelements gemäß **Fig. 1** angegeben:

Substrat 22: Volumendotierung  $10^{14}$ – $10^{15}$  cm<sup>-3</sup>  
 n-dotierte Zone 124: Volumendotierung  $10^{15}$ – $10^{16}$  cm<sup>-3</sup>  
 Drain-Zone 60: Volumendotierung  $10^{18}$ – $10^{20}$  cm<sup>-3</sup>  
 Kompensationszonen 30: Flächendotierung  $10^{12}$  cm<sup>-2</sup>  
 Driftstrecke 24: Flächendotierung  $10^{12}$  cm<sup>-2</sup>  
 Zweite Schicht 26: Flächendotierung  $10^{12}$  cm<sup>-2</sup>  
 Zone 32: Flächendotierung  $< 10^{12}$  cm<sup>-2</sup>

[0036] Dieser MOS-Transistor weist einen niedrigen Einschaltwiderstand und eine hohe Durchbruchspannung auf, wobei die zweite n-leitende Schicht 26 verhindert, daß Ladungsträger aus der Driftzone des MOS-Transistors in das Substrat 22 gelangen, wie im folgenden erläutert wird.

[0037] Wird bei dem erfindungsgemäßen MOS-Transistor eine positive Spannung zwischen dem Gate-Anschluß G und dem Source-Anschluss S angelegt, so bildet sich in der Kanalzone 50 unterhalb der Gate-Elektrode 72 ein leitender Kanal aus. Bei Anlegen einer positiven Spannung zwischen der Drain-Elektrode D und der Source-Elektrode S fließt ein Ladungsträgerstrom in lateraler Richtung des Halbleiterkörpers 20 durch die Driftstrecke zwischen der Source-Zone 40 und der Drain-Zone 60. Die Drain-Source-Spannung ist in **Fig. 1** als Spannung +U<sub>D</sub> dargestellt, wobei angenommen ist, daß die Source-Elektrode auf einem Bezugspotential der Schaltung, insbesondere Masse, liegt. Der Einschaltwiderstand R<sub>on</sub> des MOS-Transistors ist umso geringer, je höher die Dotierung der ersten Schicht 24 mit n-Ladungsträgern ist.

[0038] Sperrt der MOS-Transistor, das heißt liegt kein Ansteuerpotential an dessen Gate-Elektrode an, so breitet sich bei Anlegen einer Drain-Source-Spannung eine Raumladungszone ausgehend von der Source-Zone 40 bzw. der Kanalzone 50 in der Driftstrecke in Richtung der Drain-Zone 60 aus. Diese Raumladungszone schreitet mit zunehmender Drain-Source-Spannung in Richtung der Drain-Zone 60 fort. Erreicht die Raumladungszone eine Kompensationszone 30, so nimmt die Kompensationszone 30 das Potential an, welches die Raumladungszone bei Erreichen der Rekombinationszone 30 besitzt. Freie p-Ladungsträger (Löcher) dieser Kompensationszone 30 rekombinieren dabei mit freien n-Ladungsträgern (Elektronen) aus den Bereichen der Driftstrecke, welche die jeweilige Kompensationszone umgeben. Die Anzahl der freien Ladungsträger werden in der Driftstrecke dadurch mit zunehmender Sperrspannung, bzw. sich weiter ausdehnender Raumladungszone, geringer. Durch die Kompensation der freien Ladungsträger weist der MOS-Transistor eine hohe Sperrspannung auf.

[0039] Das Substrat 22 liegt bei Halbleiterkörpern, in denen mehrere Halbleiterbauelemente realisiert sind, üblicher-

weise auf Bezugspotential. Das Substrat 22 ist bei dem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1** mittels einer auf dem Substrat aufgetragenen elektrisch leitenden Schicht 90, beispielsweise einer Metallisierung, kontaktierbar. Die Spannung zwischen dem Drain-Anschluss 60 und dem Substrat 22 entspricht dann der Drain-Source-Spannung des MOS-Transistors. Mit zunehmendem Drain-Potential +U<sub>D</sub> breitet sich ausgehend von dem Substrat 22 eine Raumladungszone nach oben aus, wodurch die zweite n-leitende Schicht ausgeräumt wird, das heißt die freien n-Ladungsträger der zweiten Schicht 26 rekombinieren mit Löchern in dem umgebenden Substrat 22 bzw. den sich nach oben anschließenden Kompensationszonen 30. Die zweite Schicht 26, die vorzugsweise derart dotiert ist, dass sie vollständig ausgeräumt werden kann, bildet damit eine Potentialbarriere für freie Ladungsträger der Driftstrecke und verhindert, daß diese freien Ladungsträger in das Substrat 22 gelangen, wo sie sich ungehindert ausbreiten und die Funktion anderer in dem Halbleiterkörper 20 integrierter Halbleiterbauelemente stören könnten.

[0040] Vorzugsweise sind die Dotierungen der Kompensationszonen 30, der Driftstrecke 24 und der zweiten Schicht 26 so aufeinander abgestimmt, dass die Anzahl der p-Ladungsträger in etwa der Anzahl der n-Ladungsträger entspricht, so dass bei der maximal möglichen Sperrspannung, wenn die Raumladungszone ausgehend von der Source-Zone 40 die Drain-Zone 60 erreicht, die Kompensationszonen 40, Driftstrecke 24 und die zweite Schicht 26 vollständig ausgeräumt, das heißt keine freien Ladungsträger vorhanden, sind. Die Durchbruchspannung entspricht dann der Durchbruchspannung einer undotierten Driftstrecke 24.

[0041] Der erfindungsgemäße MOS-Transistor mit der Source-Zone 40, der die Source-Zone umgebenden Kanalzone 50, der Drain-Zone 60, der Driftstrecke 24 mit den Kompensationszonen 30, der Begrenzungszone 80, einer n-leitenden Schicht 26 zwischen den Kompensationszonen 30 und mit dem Substrat 22 ist zusammen mit weiteren Halbleiterbauelementen in einem Halbleiterkörper integrierbar. Ein MOS-Transistor als Leistungsschalter mit niedrigem Einschaltwiderstand und hoher Sperrspannung kann somit zusammen mit dessen Ansteuerschaltung platzsparend in einem Halbleiterkörper bzw. einem Chip integriert werden.

[0042] **Fig. 4** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Halbleiterbauelements im Querschnitt. Während sich bei dem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1** die p-leitende Begrenzungszone 80 ausgehend von der Kanalzone 50 in vertikaler Richtung des Halbleiterkörpers 20 bis an das Substrat 22 erstreckt, ist bei dem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 4** die Begrenzungszone 80 in lateraler Richtung beabstandet zu der Kanalzone 50 angeordnet und erstreckt sich von der ersten Oberfläche 201 in vertikaler Richtung des Halbleiterkörpers 20 bis an das Substrat 22. In der n-leitenden Schicht 24 zwischen der Kanalzone 50 und der Begrenzungszone 80 sind säulenartige Kompensationszonen 30B, 30C, 30D ausgebildet, welche sich in vertikaler Richtung des Halbleiterkörpers 20 von der ersten Oberfläche 201 bis an die zweite n-leitende Schicht 26 erstrecken. Anders als die Kompensationszonen 30 zwischen der Kanalzone 50 und der Drain-Zone 60 sind die Kompensationszonen 30B, 30C, 30D zwischen der Kanalzone 50 und der Begrenzungszone 80 nicht durch eine p-leitende Schicht 32 miteinander verbunden. Die Kompensationszonen 30B, 30C, 30D zwischen der Kanalzone 50 und der Begrenzungszone 80 sind somit "floatend" in der zweiten Schicht 24 ausgebildet, das heißt sie befinden sich auf keinem definierten Potential und nehmen das Potential einer Raumladungszone an, welche sich bei sperrendem Halbleiterbauelement bis an

die Kompensationszonen 30 erstreckt. Eine Entladung der Kompensationszonen 30B, 30C, 30D bei Wiedereinschalten des MOS-Transistors kann durch thermische Ladungsträger erfolgen.

[0043] Die Kompensationszonen 30B, 30C, 30D zwischen der Kanalzone 50 und der Begrenzungszone 80 erhöhen die Durchbruchspannung zwischen dem MOS-Transistor, der innerhalb einer durch die Begrenzungszone 80 und die n-leitende zweite Schicht 26 gebildeten Wanne ausgebildet ist und benachbarten Halbleiterbauelementen, welche in Fig. 4 aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt sind.

[0044] Die Schnittdarstellung gemäß Fig. 4 zeigt weiterhin Feldplatten 90, 91, 92, 93, 94, die durch eine Isolationschicht 74 gegenüber dem Halbleiterkörper 20 isoliert auf der ersten Oberfläche 201 angeordnet sind. Diese Feldplatten beeinflussen in bekannter Weise den Feldlinienverlauf innerhalb und außerhalb des Halbleiterkörpers und verhindern einen Spannungsdurchbruch in den Randbereichen des MOS-Transistors Rändern des. Eine erste schräg nach oben verlaufende Feldplatte 90 ist dabei mit der Begrenzungszone 80, eine zweite und dritte Feldplatte 91, 92 mit dem Source-Anschluss S und eine vierte und fünfte Feldplatte 93, 94 mit dem Drain-Anschluss D verbunden.

[0045] Fig. 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen als MOS-Transistor ausgebildeten Halbleiterbauelements in seitlicher Schnittdarstellung. Das Halbleiterbauelement gemäß diesem Ausführungsbeispiel weist mehrere Source-Zonen 40A, 40B, 40C und jeweils diese umgebende Kanalzonen 50A, 50B, 50C auf, wobei die Source-Zonen 40A, 40B, 40C und die Kanalzonen 50A, 50B, 50C an eine gemeinsame Source-Elektrode 52, S angeschlossen sind. Die Source-Zonen 40A, 40B, 40C sind insbesondere ringförmig ausgebildet, wobei Fig. 5 einen Schnitt durch die Mitte dieser ringförmigen Source-Zonen zeigt.

[0046] Gate-Elektroden 70A, 70B, 70C, 70D sind bei dem Bauelement gemäß Fig. 5 isoliert durch Isolationsschichten 72A, 72B, 72C, 72D auf dem Halbleiterkörper angeordnet und an eine gemeinsame Gate-Elektrode G angeschlossen. Die in Fig. 5 dargestellten Gate-Elektroden 70A, 70B, 70C, 70D können insbesondere Bestandteile einer einzigen gitterartig ausgebildeten Gate-Elektrode sein, wobei unterhalb von Aussparungen des Gitters die Source-Zonen 40A, 40B, 40C, 40D mit den Kanalzonen 50A, 50B, 50C angeordnet sind und in den Aussparungen der Gitter eine Kontaktierung der Source-Zonen mittels der Source-Elektrode 52 erfolgt.

[0047] In der oberhalb des Substrats 22 angeordneten ersten n-leitenden Schicht 24 sind Kompensationszonen 30 ausgebildet, wobei sich einige dieser Kompensationszonen an die Kanalzonen 50A, 50B, 50C anschließen und sich säulenartig in vertikaler Richtung des Halbleiterkörpers 20 erstrecken. Andere Kompensationszonen 30E sind zwischen den Kanalzonen 50A, 50C und den Begrenzungszone 80 ausgebildet, wobei sich die Begrenzungszone 80 von der ersten Oberfläche 201 des Halbleiterkörpers 20 bis an das Substrat 22 erstrecken. Die Drain-Zone 60 erstreckt sich in dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 ausgehend von der ersten Oberfläche 201 in vertikaler Richtung bis an die n-dotierte zweite Schicht 26, welche zwischen dem Substrat 22 und der ersten n-leitenden Schicht 24 ausgebildet ist. Die Drain-Zone 60 erstreckt sich zudem in lateraler Richtung des Halbleiterkörpers im Bereich der zweiten Schicht 26 unterhalb der ersten Anschlusszonen 40A, 40B, 40C. Während bei den Ausführungsbeispielen gemäß der Fig. 1 bis 4 der Ladungsträgertransport zwischen den Source-Zonen und den Drain-Zonen im wesentlichen in lateraler Richtung des Halbleiterkörpers 20 verläuft, so breiten sich die Ladungs-

träger bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 bei angesteuerter Gate-Elektrode G in vertikaler Richtung des Halbleiterkörpers zwischen den Source-Zonen 40A, 40B, 40C und dem lateral verlaufenden Abschnitt der Drain-Zone 60 aus. Das Volumen der Driftstrecke kann bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 durch die größere Fläche der Drain-Zone 60, an welcher Ladungsträger aus der Driftstrecke aufgenommen werden können, und der durch das Vorsehen mehrerer Source-Zonen 40A, 40B, 40C, bzw. Kanalzonen 50A, 50B, 60C, größeren Kanalfläche besser genutzt werden. Das heißt der MOS-Transistor gemäß Fig. 5 weist gegenüber den MOS-Transistoren gemäß der Fig. 1 bis 4 eine höhere Stromfestigkeit auf. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 bilden die zweite Schicht 26 und der lateral verlaufende Abschnitt der Drain-Zone 60 eine Potentialbarriere für Ladungsträger aus der Driftstrecke in das Substrat 22.

[0048] Fig. 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Halbleiterbauelements, welches sich von dem in Fig. 5 dargestellten dadurch unterscheidet, daß die Kompensationszonen 30 in der ersten n-leitenden Schicht 24 kugelförmig ausgebildet und beanstandet zu den Kanalzonen 50A, 50B, 50C, 50D angeordnet sind.

[0049] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 7 ist die n-leitende Schicht 24 schwach n-dotiert, wobei neben den p-leitenden Kompensationszonen 30 zweite n-leitende Kompensationszonen 25 ausgebildet sind, wobei sich die jeweils benachbarten Kompensationszonen 30, 25 bei Ausbreiten einer Raumladungszone in der ersten Schicht 24 gegenseitig ausräumen, um so eine hohe Durchbruchspannung des Halbleiterbauelements zu bewirken. Einige der p-leitenden Kompensationszonen 30 sind bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 7 an die Kanalzonen 50A, 50B, 50C angeschlossen und liegen so auf Source-Potential.

[0050] Fig. 8 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Halbleiterbauelements, bei welchem die Drain-Zone 60 im Querschnitt U-förmig ausgebildet ist und die ersten Anschlusszonen 40A, 40B, 40C, bzw. die Kanalzonen 50A, 50B, 50C und einige der Kompensationszonen 30 umschließt. Die Drain-Zone 60 ist vorzugsweise wannenförmig ausgebildet und umschließt die ersten Anschlusszonen 40A, 40B, 40C, bzw. die Kanalzonen 50A, 50B, 50C und einen Teil der Kompensationszonen 30 in lateraler Richtung des Halbleiterkörpers 20 nach allen Seiten.

#### Patentansprüche

1. Halbleiterbauelement, das folgende Merkmale aufweist:

- einen Halbleiterkörper (20) mit einem Substrat (22) eines ersten Leitungstyps (p) und einer darüberliegenden ersten Schicht (24) eines zweiten Leitungstyps (n),
- eine in der ersten Schicht (24) ausgebildete Kanalzone (50) des ersten Leitungstyps (p) mit einer benachbart dazu angeordneten ersten Anschlusszone (40; 40A, 40B, 40C, 40D) des zweiten Leitungstyps (n),
- eine in der ersten Schicht (24) des zweiten Leitungstyps ausgebildete zweite Anschlusszone (60) des zweiten Leitungstyps (n),
- in der Schicht (24) des zweiten Leitungstyps (n) ausgebildete Kompensationszonen (30, 31) des ersten Leitungstyps (p),
- eine zwischen dem Substrat (22) und den Kompensationszonen (30, 31) angeordnete zweite Schicht (26) des zweiten Leitungstyps (n).

2. Halbleiterbauelement nach Anspruch 1, bei dem

sich in der ersten Schicht (24) eine Begrenzungszone (80) des ersten Leitungstyps in vertikaler Richtung des Halbleiterkörpers (20) erstreckt.

3. Halbleiterbauelement nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Begrenzungszone (80) von der Kanalzone (50) bis an das Substrat (22) reicht. 5

4. Halbleiterbauelement nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Begrenzungszone (80) in lateraler Richtung des Halbleiterkörpers (20) beabstandet zu der Kanalzone (50) angeordnet ist. 10

5. Halbleiterbauelement nach Anspruch 4, bei dem sich die Begrenzungszone (80) von einer ersten Oberfläche des Halbleiterkörpers (20) bis an das Substrat (22) erstreckt.

6. Halbleiterbauelement nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem die Kompensationszonen (30) säulenförmig ausgebildet sind. 15

7. Halbleiterbauelement nach Anspruch 6, bei dem sich wenigstens einige der Kompensationszonen (30) an die Kanalzone (50) anschließen. 20

8. Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1-5, bei dem die Kompensationszonen (31) kugelförmig ausgebildet sind.

9. Halbleiterbauelement nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem in der ersten Schicht (24) benachbart zu den Kompensationszonen (30) zweite Kompensationszonen (25) des zweiten Leitungstyps (n) ausgebildet sind, wobei die zweiten Kompensationszonen stärker als die zweite Schicht (24) dotiert sind. 25 30

10. Halbleiterbauelement nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem die Begrenzungszone (80) stärker dotiert ist, als das Substrat (22).

11. Halbleiterbauelement nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem die zweite Anschlusszone (60) einen sich in vertikaler Richtung des Halbleiterkörpers (20) bis an die zweite Schicht (26) erstreckenden Abschnitt und einen sich auf Höhe der zweiten Schicht (24) in lateraler Richtung erstreckenden Abschnitt aufweist. 35 40

12. Halbleiterbauelement nach Anspruch 11, bei dem der vertikale Abschnitt und der laterale Abschnitt der zweiten Anschlusszone (60) die erste Anschlusszone (40; 40A, 40B, 40C, 40D) und wenigstens einige der Kompensationszonen (30) wannenartig umschließen. 45

13. Halbleiterbauelement nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem die Anzahl der Dotierstoffatome des ersten Leitungstyps und die Anzahl der Dotierstoffatome des zweiten Leitungstyps in der ersten Schicht (24) etwa gleich sind. 50

---

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

---

55

60

65

FIG 1

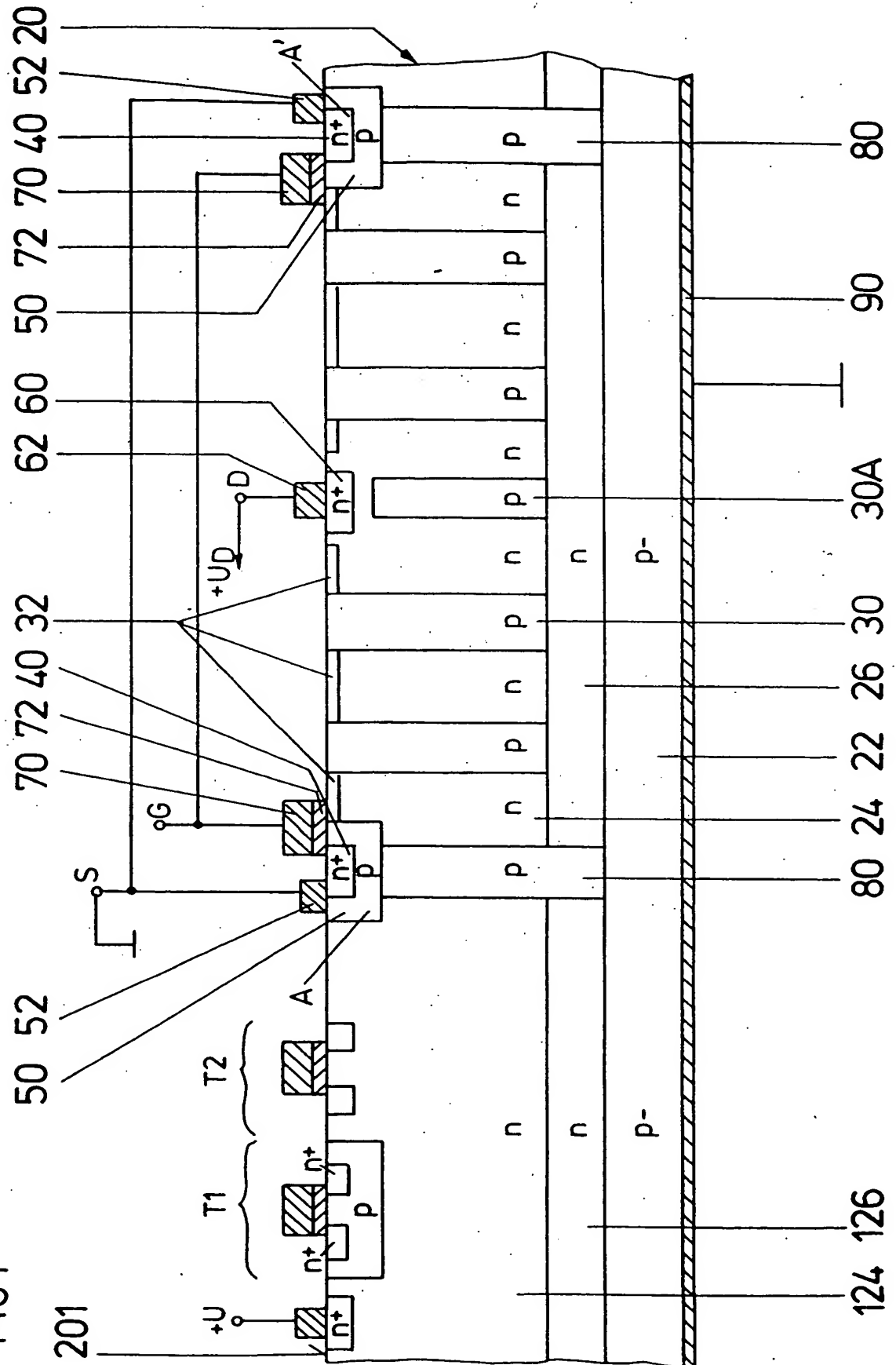


FIG 2

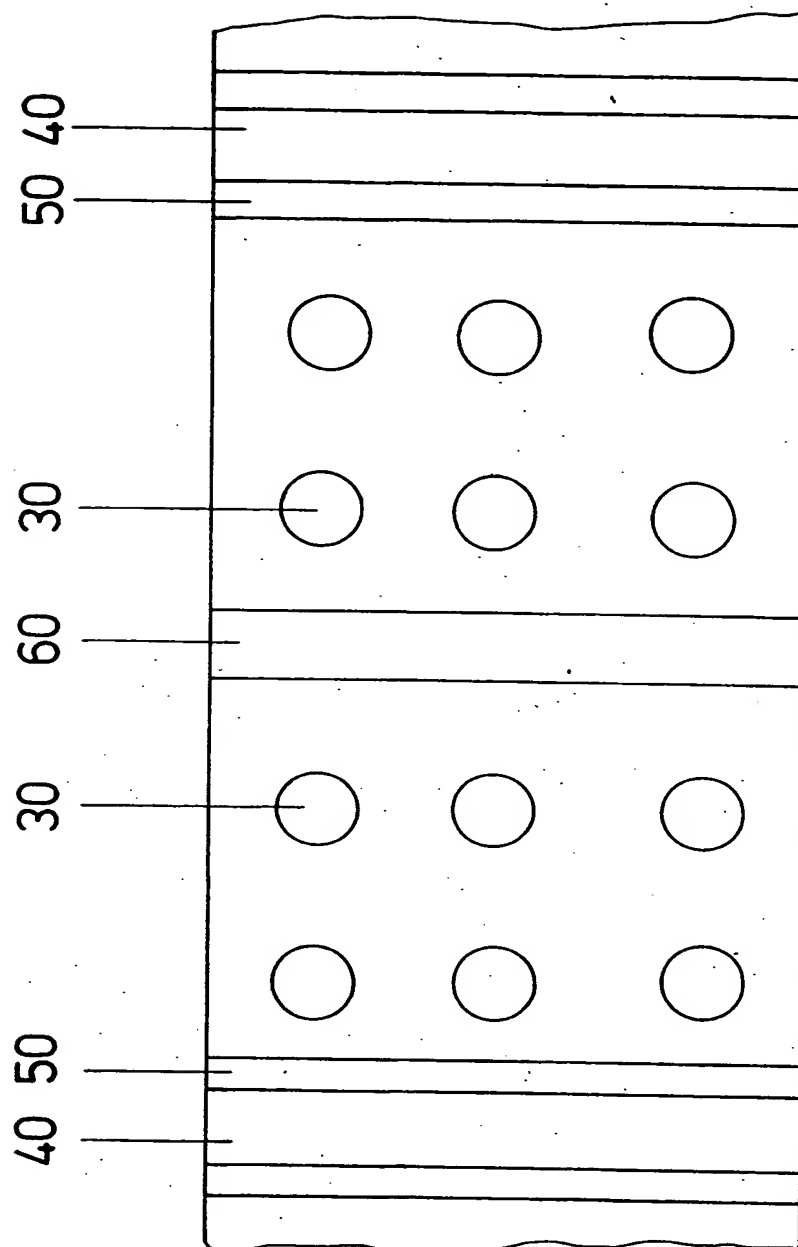




FIG 3

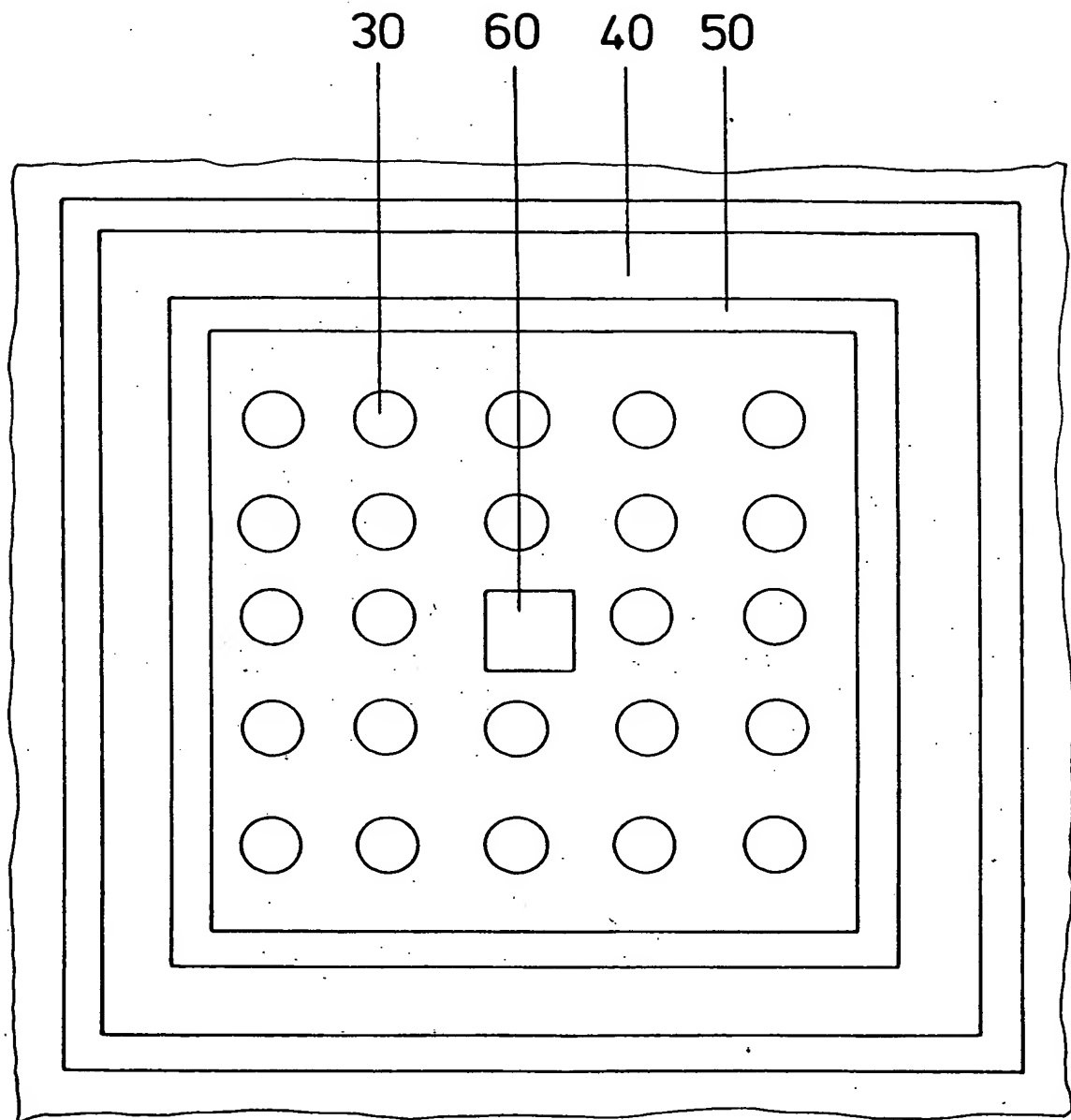


FIG 7

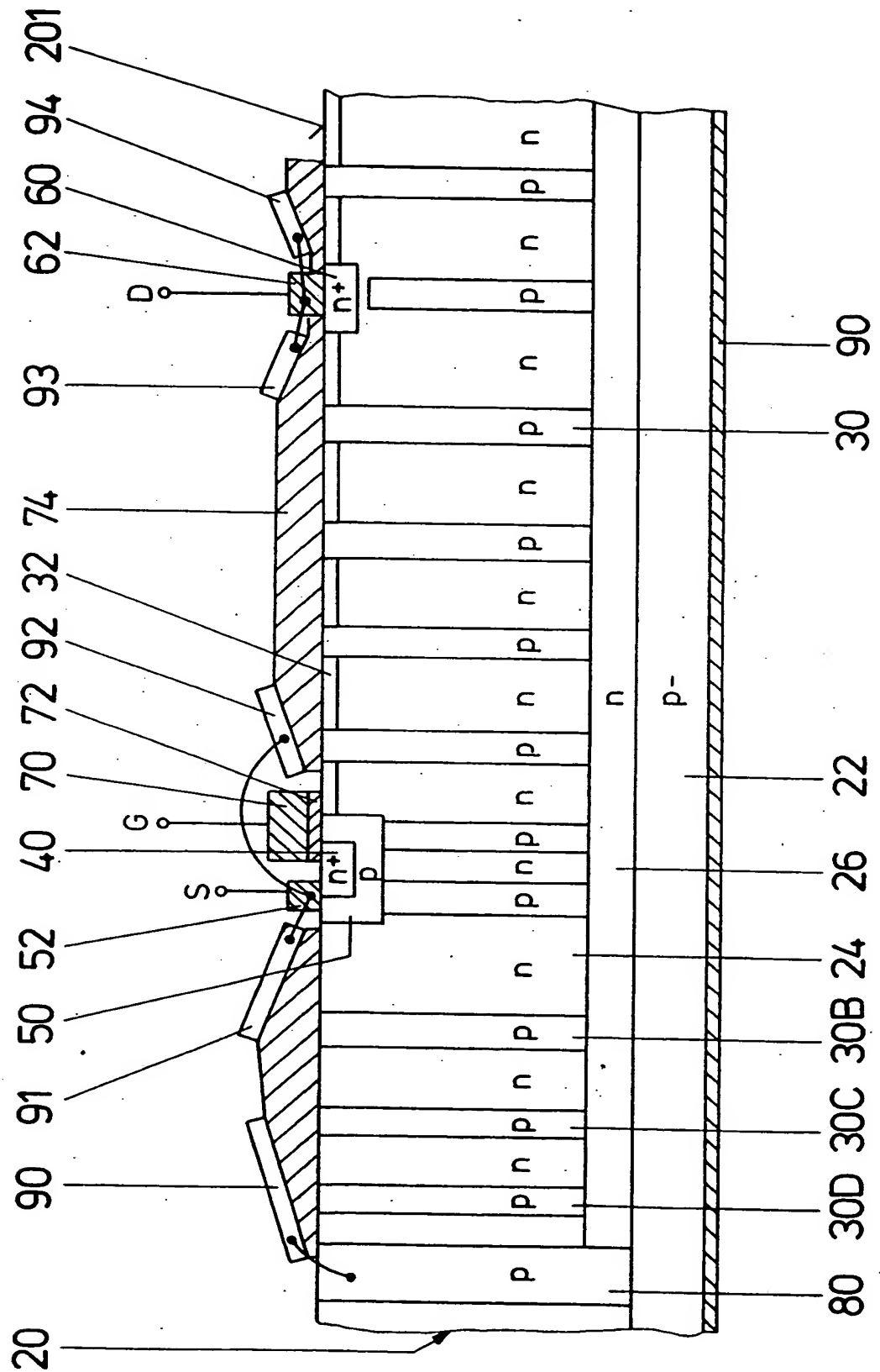
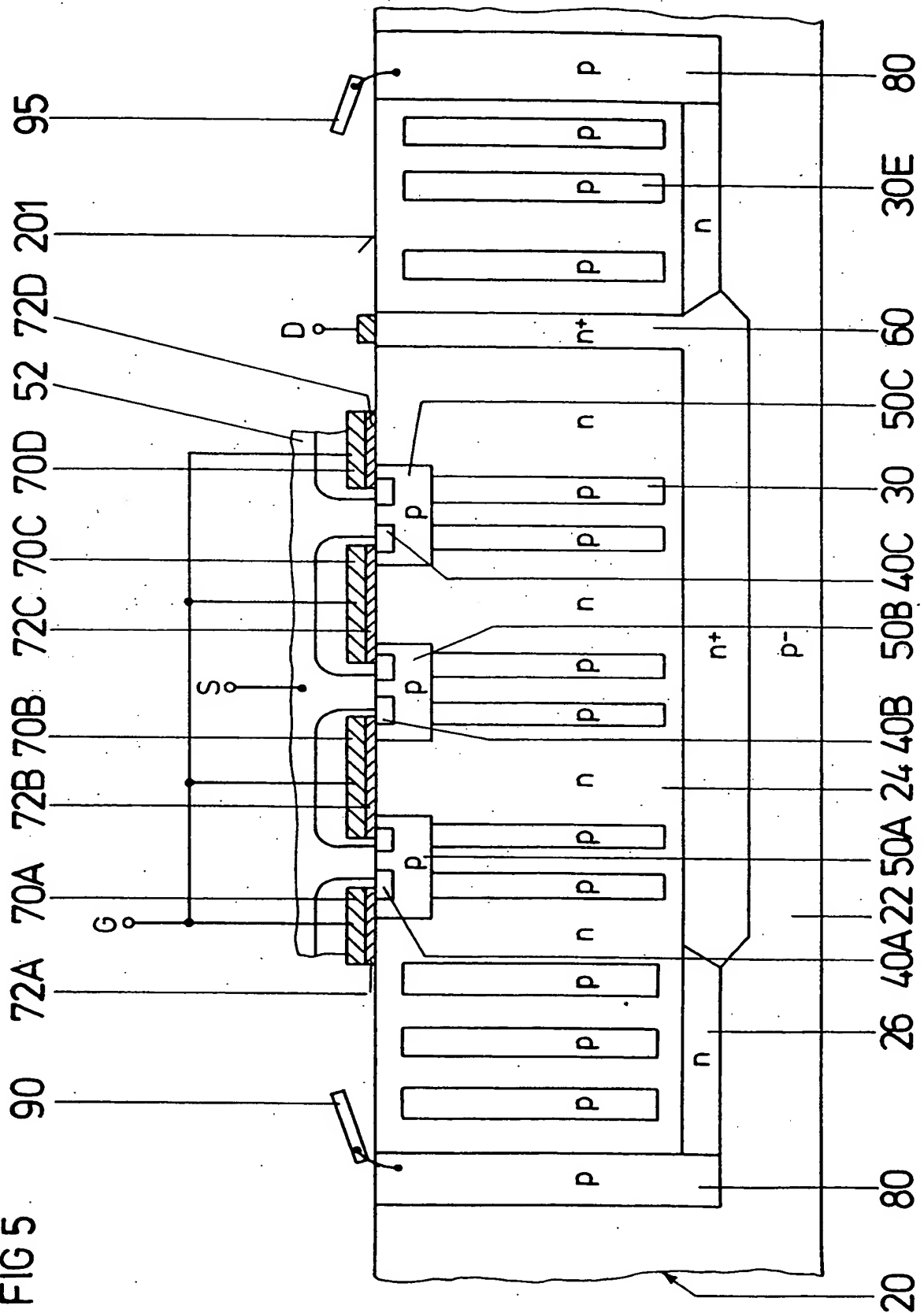


FIG 5



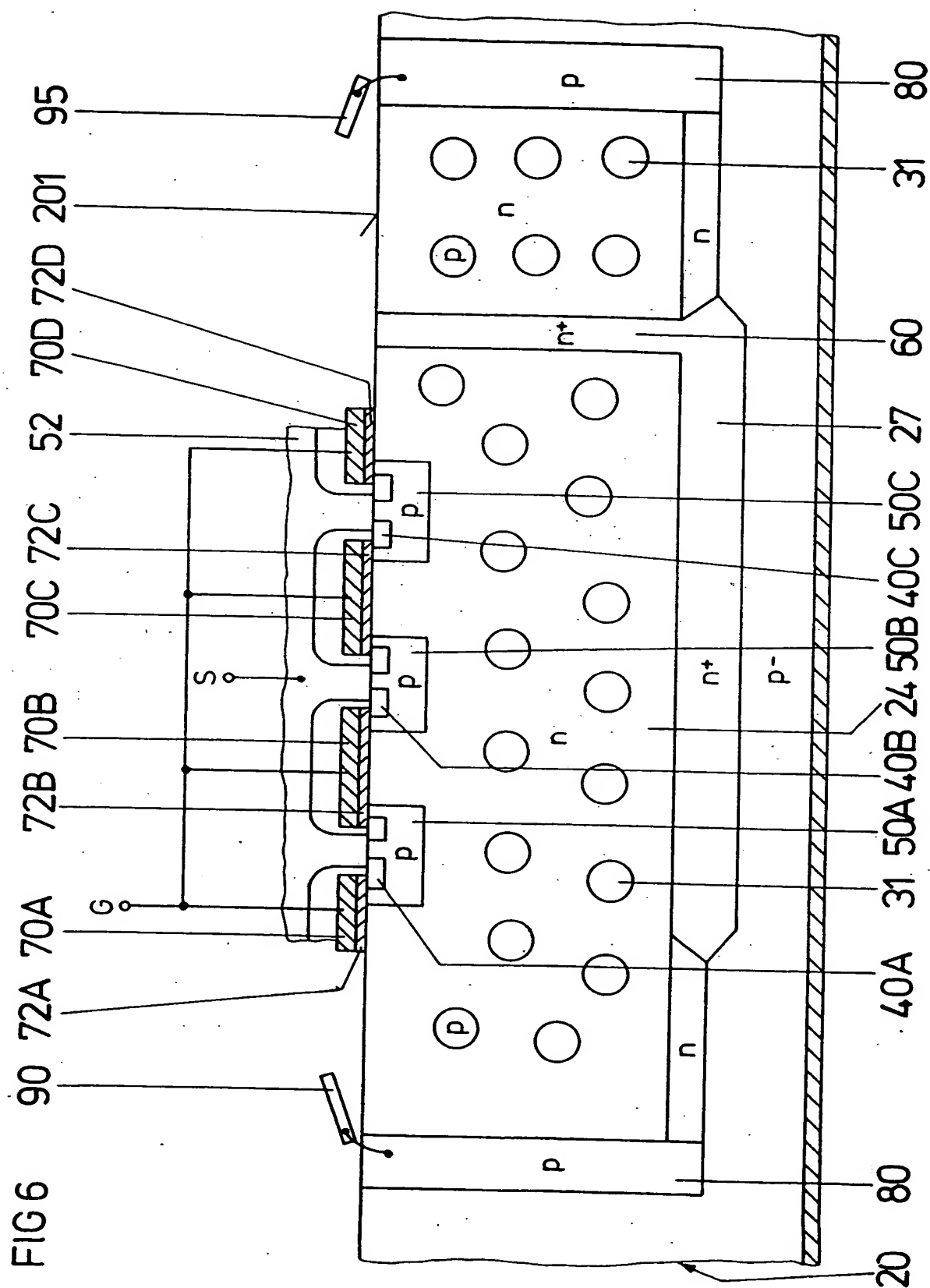


FIG 7

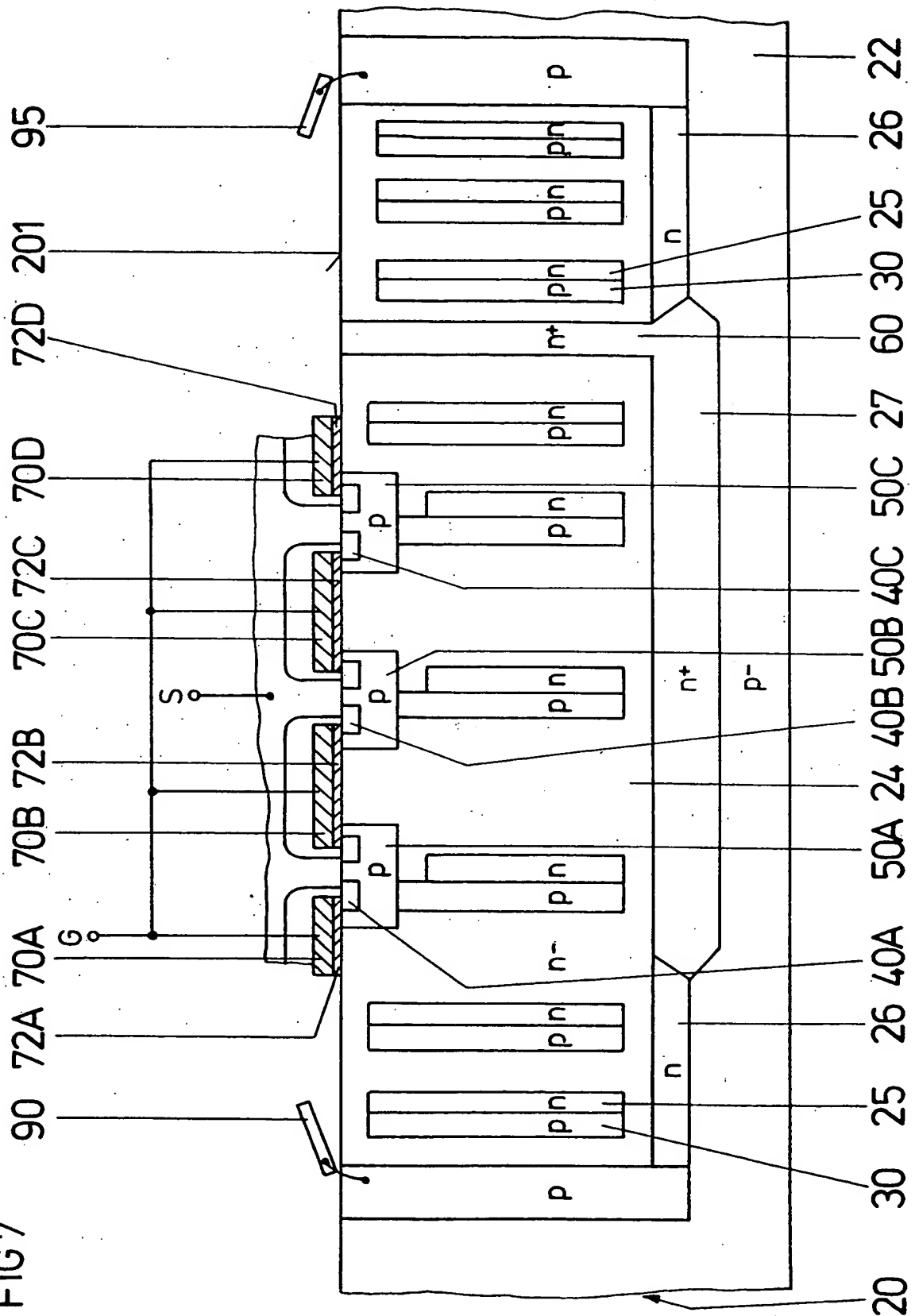


FIG 8

